

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-49828

(P2003-49828A)

(43) 公開日 平成15年2月21日 (2003.2.21)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)		
F 1 6 C	17/04	F 1 6 C	17/04	A	3 J 0 1 1
H 0 2 K	5/16	H 0 2 K	5/16	Z	5 H 0 1 9
	7/08		7/08	A	5 H 6 0 5
	21/22		21/22	M	5 H 6 0 7
	29/00		29/00	Z	5 H 6 2 1
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)					

(21) 出願番号 特願2001-237366(P2001-237366)

(22) 出願日 平成13年8月6日 (2001.8.6)

(71) 出願人 000002325

セイコーインスツルメンツ株式会社

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(72) 発明者 後藤 廣光

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ

イコーインスツルメンツ株式会社内

(72) 発明者 太田 敦司

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ

イコーインスツルメンツ株式会社内

(74) 代理人 100096378

弁理士 坂上 正明

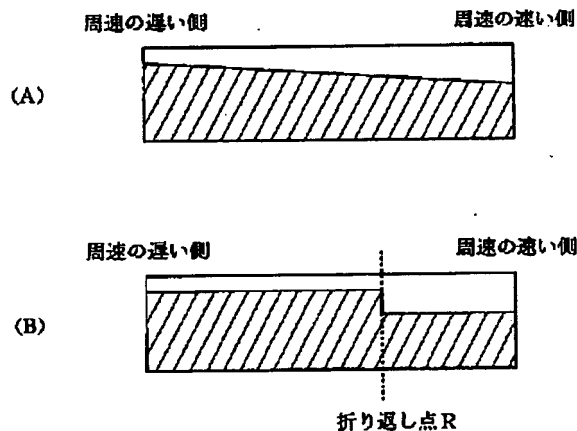
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体動圧軸受及びスピンドルモータ

(57) 【要約】

【課題】 スラストリングと円柱部とを有するフランジ付シャフトと、片袋状段付スリーブと、押えリングと、これら軸受構成部材間に形成されたスラスト隙間を含む微小隙間に封入された潤滑油とから構成された流体動圧軸受において、スラスト動圧発生溝の潤滑油の入口付近が負圧にならないようにすること。

【解決手段】 スラスト動圧発生溝G2は、スパイラルパターンの場合は、その溝深さはスラスト隙間を流れる潤滑油の流速が遅い側から速い側に向かって漸次深くなるように形成されている。また、スラスト動圧発生溝G2は、ヘリングボーンパターンの場合は、その溝深さはパターンの折り返し点Rより内周面側で浅く、且つ外周面側で深くなるように形成されている。その溝深さ比は、0.6~0.7を最適値とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スラストリング部と円柱部とを有するフランジ付シャフトと、小径円筒部と大径円筒部と円筒状開放端部が順に形成された片袋状段付スリーブと、前記スリーブの円筒状開放端部に圧入固定される押えリングと、これら軸受構成部材間に形成されたスラスト隙間を含む微小隙間に封入された潤滑油とから構成された流体動圧軸受において、前記スラスト隙間を形成する静止面と回転面のいずれか一方に設けられたスパイラルパターン

のスラスト動圧発生溝が、その溝深さが前記スラスト隙間を流れる潤滑油の流速が遅い側から速い側に向かって漸次深くなるように形成されていることを特徴とする流体動圧軸受。

【請求項2】 スラストリング部と円柱部とを有するフランジ付シャフトと、小径円筒部と大径円筒部と円筒状開放端部が順に形成された片袋状段付スリーブと、前記スリーブの円筒状開放端部に圧入固定される押えリングと、これら軸受構成部材間に形成されたスラスト隙間を含む微小隙間に封入された潤滑油とから構成された流体動圧軸受において、前記スラスト隙間を形成する静止面と回転面のいずれか一方に設けられたヘリングボーンパターンのスラスト動圧発生溝が、その溝深さがパターンの折り返し点より内周面側で浅く、且つ外周側で深くなるように形成されていることを特徴とする流体動圧軸受。

【請求項3】 最も浅い溝と最も深い溝の溝深さの比率は、0.6～0.7の範囲で選定されることを特徴とする請求項1又は2の流体動圧軸受。

【請求項4】 請求項1又は請求項2の流体動圧軸受によってロータがステータに回転自在に支持されたスピンドルモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スラストリング部と円柱部とを有するフランジ付シャフトと、小径円筒部と大径円筒部と円筒状開放端部が順に形成された片袋状段付スリーブと、前記スリーブの円筒状開放端部に圧入固定される押えリングと、これら軸受構成部材間に形成されたスラスト隙間を含む微小隙間に封入された潤滑油とから構成された流体動圧軸受、及びこの流体動圧軸受を備えたスピンドルモータに関し、特に流体動圧軸受のスラスト動圧発生溝の構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】特開2001-32828号公報には、スラストリング部と円柱部とを有するフランジ付シャフトと、小径円筒部と大径円筒部と円筒状開放端部が順に形成された片袋状段付スリーブと、前記スリーブの円筒状開放端部に圧入固定される押えリングと、これら軸受構成部材間に形成されたスラスト隙間を含む微小隙間に封入された潤滑油とから構成された流体動圧軸受にお

て、前記スラスト隙間を形成する静止面と回転面のいずれか一方に設けられたスラスト動圧発生溝は、その溝深さが前記スラスト隙間を流れる潤滑油の流速が遅い側から速い側に向かって漸次深くなるように形成されていることを特徴とする流体動圧軸受、及びこの流体動圧軸受を備えたスピンドルモータが開示されている。

【0003】このような構造のスラスト動圧発生溝を採用したスラスト動圧軸受において、シャフトとスリーブとの間に保持されている圧力発生流体である潤滑油は、両軸受構成部材の相対回転運動によりスラスト動圧発生溝内に引き込まれる。このスラスト動圧発生溝のパターンは、スパイラル、ヘリングボーン等の任意のパターンである。

【0004】潤滑油は、そのパターンに従う流線によってスラスト動圧発生溝内を流れるが、スラスト動圧発生溝の溝深さは流線にそって入口から奥に行くに従って浅くなるため、全体としてスラスト隙間における動圧は高くなる。要するに、上述の構造のスラスト動圧発生溝を採用した流体動圧軸受は、溝深さが流線に沿って変化しない流体動圧軸受に比べて、より高いスラスト動圧を効率良く発生させることができる。このスラスト動圧軸受部のスラスト動圧の圧力パターンは、図5に示す如くである。

【0005】ところが、図5に示す如く、上述の構造のスラスト動圧軸受部では潤滑油をスラスト動圧発生溝に急激に引き込むために、その潤滑油の入口付近が負圧となってしまう、その場所に泡が発生する。するとスラスト隙間を高速で流れる潤滑油が途切れるという事態が発生し、スラスト動圧が不安定となってNRRO等の振れを大きくするという好ましくない事態が生じる。そして、最悪の場合には、シャフトがスリーブにかじりついて、回転が停止してしまうこともある。

【0006】また、溝深さを一定に保って形成されたスラスト動圧発生溝であっても、そのフランジ径方向の圧力は負圧になる。即ち、スラスト動圧発生溝の溝深さを5 $\mu$ m～20 $\mu$ mの範囲で変化させて、最大圧力とフランジ径方向圧力をシュミレーションしてみると、図7に示す如く、最大圧力は100kPa～140kPaの範囲で変化し、フランジ径方向圧力は-30kPa～-40kPaの範囲で変化している。いずれの溝深さにおいても、フランジ径方向圧力は負の圧力である。

【0007】図1のスピンドルモータの流体動圧軸受を構成するフランジ付シャフト1のスラストリング3の上下面に、その溝深さが前記スラスト隙間を流れる潤滑油の流速が遅い側から速い側に向かって漸次深くなるようなスパイラルパターン

と段付スリーブ4の大径円筒部の内周面との間の微小隙間と、スラストリング3の上下面のシャフト側付近に発生する。

【0008】また、図1のスピンドルモータの流体動圧軸受を構成するフランジ付シャフト1のスラストリング3の上下面に、その溝深さが一定に保たれたスラスト動圧発生溝が設けられた場合も、上述と同様に負圧が発生する。

【0009】このような負圧を低く押えるためには、スラストリング3に貫通孔を設ける等の対策が考えられるが、このような対策はコストが高く実用的ではない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】解決しようとする課題は、スラストリング部と円柱部とを有するフランジ付シャフトと、小径円筒部と大径円筒部と円筒状開放端部が順に形成された片袋状段付スリーブと、前記スリーブの円筒状開放端部に圧入固定される押えリングと、これら軸受構成部材間に形成されたスラスト隙間を含む微小隙間に封入された潤滑油とから構成された流体動圧軸受において、高いスラスト動圧を効率よく発生させると共に、スラスト動圧発生溝の潤滑油の入口付近が負圧にならないようにすることである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、スラストリング部と円柱部とを有するフランジ付シャフトと、小径円筒部と大径円筒部と円筒状開放端部が順に形成された片袋状段付スリーブと、前記スリーブの円筒状開放端部に圧入固定される押えリングと、これら軸受構成部材間に形成されたスラスト隙間を含む微小隙間に封入された潤滑油とから構成された流体動圧軸受において、前記スラスト隙間を形成する静止面と回転面のいずれか一方に設けられたスパイラルパターン（螺旋パターン）のスラスト動圧発生溝を、その溝深さが前記スラスト隙間を流れる潤滑油の流速が遅い側から速い側に向かって漸次深くなるように形成した。

【0012】上記課題を解決するために、スラストリング部と円柱部とを有するフランジ付シャフトと、小径円筒部と大径円筒部と円筒状開放端部が順に形成された片袋状段付スリーブと、前記スリーブの円筒状開放端部に圧入固定される押えリングと、これら軸受構成部材間に形成されたスラスト隙間を含む微小隙間に封入された潤滑油とから構成された流体動圧軸受において、前記スラスト隙間を形成する静止面と回転面のいずれか一方に設けられたヘリングボーンパターン（ヘリックスパターン）のスラスト動圧発生溝を、その溝深さがパターンの折り返し点より内周面側で浅く、且つ外周側で深くなるように形成した。

【0013】そして、最も浅い溝と最も深い溝の溝深さの比率は、0.6～0.7の範囲で選定した。

【0014】

【発明の実施の形態】図1は、スラスト隙間とラジアル

隙間を含む微小隙間、及びスラスト動圧発生溝G2を誇張して示した本発明の第1実施形態のスピンドルモータの断面図である。

【0015】図1に示すスピンドルモータにおいて、ロータは円筒状スカート部6aとボス部6bを有するカップ状ハブ6と、円筒状スカート部6aの内周面に取り付けられたロータマグネット7を含む。また、ステータはベース基板9と、このベース基板9に立設された流体動圧軸受のスリーブ4の外周面に取り付けられたステータコイル8を含む。

【0016】前記ロータを前記ステータに回転自在に支持する流体動圧軸受は、スラストリング3と円柱部2を有するフランジ付シャフト1と、円筒状開放端部を有する片袋状段付スリーブ4と、片袋状段付スリーブ4の円筒状開放端部に圧入固定される押えリング5とを主要構成部材とするものである。

【0017】片袋状段付スリーブ4は、その閉塞端部側に小径円筒部が形成され、且つ円筒状開放端部と前記小径円筒部との間には大径円筒部が形成されている。片袋状段付スリーブ4にフランジ付シャフト1を挿入すると、小径円筒部の内周面にはフランジ付シャフト1の円柱部2の下側の外周面が対向し、これらの面によってラジアル隙間が形成される。ヘリングボーン溝の如きラジアル動圧発生溝G1は、フランジ付シャフト1の円柱部2の下側の外周面に設けられている。

【0018】片袋状段付スリーブ4にフランジ付シャフト1を挿入し、更に片袋状段付スリーブ4の円筒状開放端部に押えリング5を圧入固定すると、フランジ付シャフト1のスラストリング3の上面と押えリング5の下面が対向し、これらの面によって第1スラスト隙間が形成される。また、スラストリングの下面と前記大径円筒部と前記小径円筒部の境界面である段部の表面は対向し、これらの面によって第2スラスト隙間を形成している。スラスト動圧発生溝G2は、回転面であるスラストリング3の上下の表面に設けられている。

【0019】そして、フランジ付シャフト1、片袋状段付スリーブ4、押えリング5の主要な軸受構成部材間に形成されたラジアル隙間と第1スラスト隙間と第2スラスト隙間を含む微小隙間、及び押えリングの内周面とカップ状ハブ6のボス部6bの外周面の間に形成された微小隙間には潤滑油が封入されている。

【0020】スラストリング3の上面と下面に、切削やエッチングによって設けられたスラスト動圧発生溝G2は、図3（A）に示す如きスパイラルパターン溝、又は図3（B）に示す如きヘリングボーン溝である。そして、その溝深さはスラスト隙間を流れる潤滑油の流速が遅い側が浅く、速い側が深くなるように形成されている。

【0021】即ち、本発明における流体動圧軸受の構成部材であるスラストリング3の表面に形成されたスラスト

ト動圧発生溝G2は、スパイラルパターン溝の場合は図2(A)に部分断面図で示す如く、その溝深さはスラスト隙間を流れる潤滑油の流速が遅い側から速い側に向かって漸次深くなるように形成されている。

【0022】また、本発明における流体動圧軸受の構成部材であるスラストリング3の表面に形成されたスラスト動圧発生溝G2は、ヘリングボーンパターン溝の場合は図2(B)に部分断面図で示す如く、その溝深さはパターンの折り返し点Rより内周面側で浅く、且つ外周面側で深くなるように形成されている。

【0023】ところで、スラスト動圧発生溝の溝深さは、最も浅いもので5 $\mu$ m、最も深いもので20 $\mu$ m程度である。そこで、最も浅い溝と最も深い溝の溝深さの比率、即ち(最も浅い溝深さ)/(最も深い溝深さ)を0~2.0の範囲で変えて、最大圧力とフランジ径方向圧力をシュミレーションしてみると、図6に示す如くとなる。即ち、最大圧力は溝深さ比が0~1.4までは正の圧力で、溝深さ比が1.4を超えると負の圧力となる。溝深さ比が0.7で最大値145kPaを示している。

【0024】一方、フランジ径方向圧力は溝深さ比が0~2.0までの範囲で変わると、-30kPa~140kPaの範囲で変化している。そして、溝深さ比が0.7~1.8の範囲にあるときは、フランジ径方向圧力は負圧となっている。

【0025】本発明におけるスラスト動圧発生溝は、図6に示した特性図、即ち本発明における流体動圧軸受におけるスラスト軸受部の最大圧力とフランジ径方向圧力が、溝深さ比によってどのように変化するかを示した特性図に基づいて、その溝深さ比が選定されるものである。即ち、本発明におけるスラスト動圧発生溝は、その溝深さ比は、0.6~0.7を最適値とするものである。この溝深さ比0.6~0.7であれば、スラスト軸受部のフランジ径方向圧力は正の小さな値であって、且つその最大圧力は140kPa~145kPaとなるからである。

【0026】上述の如きスラスト動圧発生溝が形成されたスラストリング3を備えた本発明に係る流体動圧軸受のスラスト軸受の動圧は、シャフトの両側に高いスラスト動圧が上下方向に分布するが、フランジ径方向の圧力負圧にならず、殆どゼロである。

【0027】

【発明の効果】本発明により、スラストリング部と円柱部とを有するフランジ付シャフトと、小径円筒部と大径円筒部と円筒状開放端部が順に形成された片袋状段付スリーブと、前記スリーブの円筒状開放端部に圧入固定される押えリングと、これら軸受構成部材間に形成された

スラスト隙間を含む微小隙間に封入された潤滑油とから構成された流体動圧軸受において、高いスラスト動圧を効率よく発生させると共に、スラスト動圧発生溝の潤滑油の入口付近が負圧にならないようにすることができた。

【0028】従って、本発明に係る流体動圧軸受を備えたスピンドルモータにおいては、負圧に起因するNRRO等の大きな振れが発生しなくなった。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明に係る流体動圧軸受を備えたスピンドルモータの一実施形態の断面図である。

【図2】溝深さを誇張して示したスラストリングの部分断面図で、(A)はスラスト動圧発生溝がスパイラルパターンの場合、(B)はスラスト動圧発生溝がヘリングボーンパターンの場合である。

【図3】スラストリング3の平面図で、(A)はスラスト動圧発生溝がスパイラルパターンの場合、(B)はスラスト動圧発生溝がヘリングボーンパターンの場合である。

20 【図4】本発明に係る流体動圧軸受におけるスラスト動圧分布パターンを示す。

【図5】従来の流体動圧軸受におけるスラスト動圧分布パターンを示す。

【図6】本発明における流体動圧軸受におけるスラスト軸受部の最大圧力とフランジ径方向圧力が、溝深さ比によってどのように変化するかを示した特性図である。

【図7】従来の流体動圧軸受におけるスラスト軸受部の最大圧力とフランジ径方向圧力が、溝深さによってどのように変化するかを示した特性図である。

30 【符号の説明】

1 フランジ付シャフト

2 円柱部

3 スラストリング

4 片袋状段付スリーブ

5 押えリング

6 カップ状ハブ

6a 円筒状スカート部

6b ボス部

7 ロータマグネット

40 8 ステータコイル

9 ベース基板

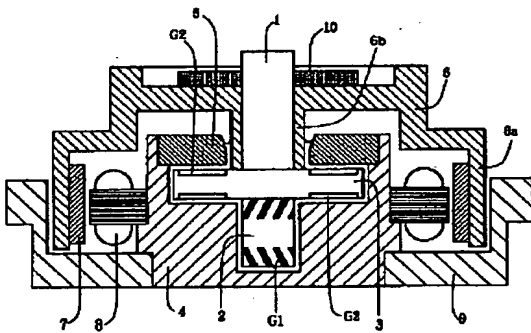
10 チャッキングマグネット

G1 ラジアル動圧発生溝

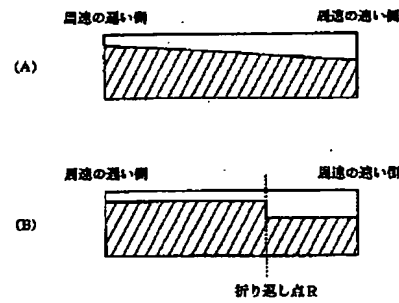
G2 スラスト動圧発生溝

R ヘリングボーンパターンの折り返し点

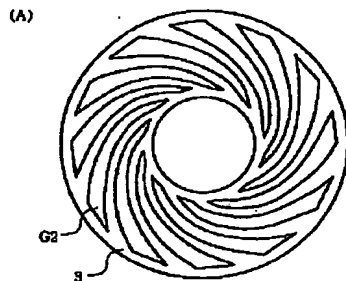
【図1】



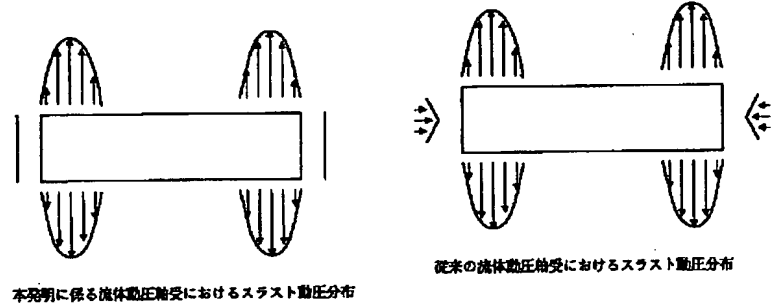
【図2】



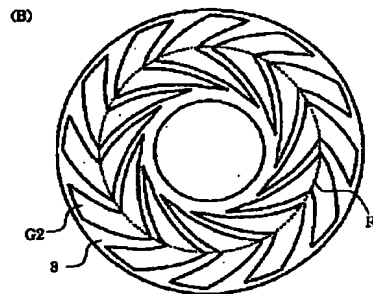
【図3】



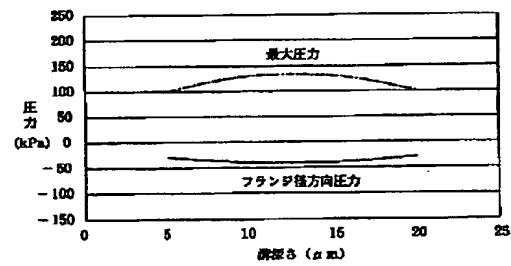
【図4】



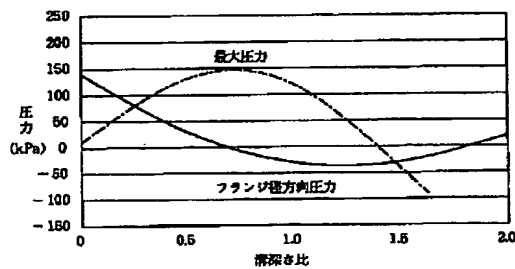
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 米山 良治  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコーインスツルメンツ株式会社内

Fターム(参考) 3J011 AA07 BA06 CA03 JA02 KA02  
KA03 MA03  
5H019 AA04 CC04 DD01 FF03  
5H605 BB05 BB09 BB10 BB19 CC04  
EB06 EB15  
5H607 BB01 BB07 BB09 BB17 BB25  
CC01 DD16 GG12 GG15 KK10  
5H621 GA01 HH01 JK19

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-049828

(43)Date of publication of application : 21.02.2003

(51)Int.Cl.

F16C 17/04  
H02K 5/16  
H02K 7/08  
H02K 21/22  
H02K 29/00

(21)Application number : 2001-237366

(71)Applicant : SEIKO INSTRUMENTS INC

(22)Date of filing : 06.08.2001

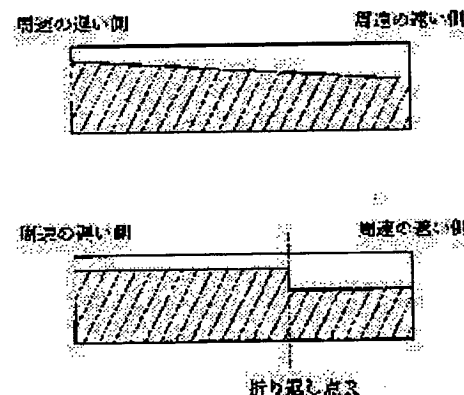
(72)Inventor : GOTO HIROMITSU  
OTA ATSUSHI  
YONEYAMA RYOJI

## (54) FLUID DYNAMIC PRESSURE BEARING AND SPINDLE MOTOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent pressure around a lubricating oil inlet of a thrust dynamic pressure generation groove from becoming negative pressure in a fluid dynamic pressure bearing which is constituted by a shaft with a flange having a thrust ring and a columnar part, a single bag type stepped-off sleeve, a ferrule, and lubricating oil sealed between a micro-clearance including a thrust clearance formed among these bearing components.

**SOLUTION:** The thrust dynamic pressure generation groove G2 of a spiral pattern is formed so that the depth of the groove may become larger gradually as the flow rate of the lubricating oil flowing across the thrust clearance becomes from low to high. The thrust dynamic pressure generation groove G2 of herringbone pattern is formed so that the depth of the groove on its inner periphery may become smaller than a return point R of the pattern, and the depth of the groove on its outer periphery may become larger. The optimum value of the groove depth ratio is 0.6 to 0.7.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.08.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ ~~SKewed/SLANTED IMAGES~~
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**